

10/509430
DT15 Rec'd PCT/PTO 22 SEP 2004
30. 03. 2004

MARCONI COMMUNICATIONS GMBH, 71522 BACKNANG

G. 81680

5

Optische Schaltstation und Vermittlungsverfahren dafür

10 Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der optischen Nachrichtenübertragung und zwar insbesondere eine optische Schaltstation und ein Verfahren zum Vermitteln eines Nachrichtensignals in einer optischen Schaltstation.

15 Optische Schaltstationen dienen als Knoten von optischen Netzwerken. Sie sind paarweise untereinander durch optische Fasern verbunden, auf denen Nachrichtensignale in Form modulierter Lichtsignale von einer Schaltstation zur anderen übertragen werden. Eine optische Faser kann eine große Zahl

20 von Nachrichtensignalen gleichzeitig jeweils in Form von modulierten Trägerwellen mit unterschiedlicher Wellenlänge übertragen.

25 Bei einem optischen Netzwerk, das mit Wellenlängenmultiplex arbeitet, ist es wünschenswert, in einer Schaltstation Nachrichtensignale, die auf unterschiedlichen Trägerwellenlängen eines gleichen Multiplex moduliert sind, unabhängig voneinander vermitteln zu können. Es kann daher zu Situationen kommen, wo zwei Nachrichtensignale, die an einer optischen Schaltstation über verschiedene Eingangskanäle ein treffen und die gleiche Trägerwellenlänge haben, an einen gleichen Ausgangskanal vermittelt werden sollen. Es ist jedoch nicht möglich, beide Nachrichtensignale mit der gleichen Trägerwellenlänge auf dem gleichen Ausgangskanal zu übertragen. Daher benötigen die optischen Schaltstationen in einem solchen optischen Netzwerk Wellenlängenwandler, die es erlauben, die Wellenlänge eines dieser beiden Nachrichtensignale auf eine auf dem Ausgangskanal noch unbesetzte Wellenlänge zu verschieben. Zwei Beispiele für eine solche Schaltstation sind in R. Sabella et al. „Impact of

-2-

Transmission Performance on Path Routing in All-Optical Transport Networks", EEE Journal of Lightwave Technology, Vol. 16, p. 1965 et seq., 1998, beschrieben. Die Schaltstation aus Fig. 1(a) dieses Dokuments weist eine Mehrzahl von Schaltmatrizen auf, von

5. denen jede einen mit einem Block von Wellenlängenwandlern verbundenen Ausgang und Eingang hat. Als Demultiplexer zum Verteilen der einzelnen Nachrichtensignale auf die Schaltmatrizen dienen abstimmbare Filter, was vermuten lässt, dass eine gegebene Wellenlängenkomponente eines eintreffenden Wellenlängen-
10 multiplex an verschiedene Schaltmatrizen weitergeleitet werden kann. Bei der Schaltstation aus Fig. 1(b) dieses Dokuments werden die gedemultiplexten Nachrichtensignale sämtlich über eine einzige Schaltmatrix vermittelt, die offensichtlich in der Lage sein muss, unterschiedliche Wellenlängen zu verarbeiten. Es
15 gibt mehrere Wellenlängenwandler, die jeweils einen Ausgang mit einem Eingang der Schaltmatrix verbinden. Die Zahl der Schalter in einer solchen Schaltmatrix ist sehr hoch, da jeder Eingang mit jedem Ausgang verbindbar sein muss.

20 Aufgabe der Erfindung ist, eine optische Schaltstation und ein Verfahren zum Vermitteln eines Nachrichtensignals in einer optischen Schaltstation anzugeben, die eine Wellenlängenkonversion mit geringem technischen Aufwand ermöglichen.
25

Die Aufgabe wird zum einen gelöst durch eine optische Schaltstation mit einer ersten Mehrzahl von Eingangskanälen für Durchgangsdatenverkehr, einer zweiten Mehrzahl von Ausgangskanälen für Durchgangsdatenverkehr, einer Mehrzahl von ersten optischen Schaltmatrizen, die eine erste Gruppe von Eingangsanschlüssen, die mit den Eingangskanälen der Schaltstation verbunden sind, und eine erste Gruppe von Ausgangsanschlüssen, die mit den Ausgangskanälen der Schaltstation verbunden sind, aufweist, zum Verbinden von Eingangs- und Ausgangskanälen untereinander, und einer Gruppe von einer oder mehreren als Wellenlängenwandler ausgebildeten Signalformereinheiten, sowie mit Mitteln zum Verbinden einer zweiten Gruppe von Ausgangsanschlüssen der ersten optischen Schaltmatrizen mit jeweils einem Eingang einer Signalformereinheit der Gruppe und Mitteln zum Ver-

binden einer zweiten Gruppe von Eingangsanschlüssen der ersten optischen Schaltmatrizen mit jeweils einem Ausgang dieser Signalformereinheiten, wobei die ersten Schaltmatrizen jeweils zum Schalten von Nachrichtensignalen einer gleichen, der betreffenden ersten Schaltmatrix zugeordneten Wellenlänge vorgesehen sind und die Mittel zum Verbinden geeignet sind, den Eingang und den Ausgang eines Wellenlängenwandlers mit jeweils verschiedenen ersten Schaltmatrizen zu verbinden. Diese optische Schaltstation erlaubt es, ein Nachrichtensignal, das nicht unmittelbar auf einen Ausgangskanal ausgegeben werden kann, weil auf dem gewünschten Ausgangskanal die Wellenlänge des betreffenden Nachrichtensignals besetzt ist, auf einen Ausgangsanschluss der zweiten Gruppe durchzuschalten, so dass das Nachrichtensignal der benötigten Wellenlängenwandlung unterzogen werden kann, und anschließend das geformte Signal einem Eingangsanschluss der zweiten Gruppe einer ersten optischen Schaltmatrix zuzuführen, von wo aus die betreffende erste Schaltmatrix dieses Signal zum ursprünglich gewünschten Ausgangsanschluss weiterleiten kann.

Als Mittel zum Verbinden der Signalformereinheiten mit der wenigstens einen ersten optischen Schaltmatrix können fest verdrahtete Leitungen zwischen einem Ausgang oder Eingang einer Signalformereinheit und einem Eingangs- bzw. Ausgangsanschluss der ersten Schaltmatrix vorgesehen werden. Diese einfache Lösung ist vollauf ausreichend, wenn die Signalformereinheiten Regeneratoren sind, da diese als un- 30 tereinander identisch aufgefaßt werden können und es ohne Belang ist, über welchen unter eventuell mehreren verfügbaren Regeneratoren ein zu regenerierendes Nachrichtensignal geleitet wird.

35 Die Mittel zum Verbinden können jedoch auch als Schaltelemente zum wahlweisen Verbinden eines Ausgangs oder Eingangs einer Signalformereinheit mit einem von mehreren Eingangs- bzw. Ausgangsanschlüssen der ersten Schaltmatrix ausgebildet sein. Dies ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn die 40 Schaltstation eine Mehrzahl von ersten Schaltmatrizen umfasst, um die Signalformereinheiten je nach Bedarf einer

der mehreren ersten Schaltmatrizen zuordnen zu können. Derartige Schaltelemente sind insbesondere auch dann wünschenswert, wenn die Signalformereinheiten Wellenlängenwandler sind, von denen nicht notwendigerweise jeder in der

5 Lage ist, sämtliche auf den Ein- und Ausgangskanälen übertragenen Wellenlängen zu erzeugen, und die daher zweckmäßigerverweise immer mit denjenigen ersten Schaltmatrizen verbindbar sein sollten, bei denen Bedarf nach einem solchen Wellenlängenwandler besteht.

10 Die Mittel zum Verbinden umfassen vorzugsweise wenigstens eine zweite Schaltmatrix, die die Ausgangsanschlüsse der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen wahlweise mit einem der Wellenlängenwandler verbindet. Dies erlaubt es, 15 einfache Wellenlängenwandler zu verwenden, die zwar in einem breiten Wellenlängenintervall empfindlich sind, welches alle Wellenlängen des Multiplex umfasst, die aber nur auf einer einzigen Wellenlänge dieses Multiplex senden können. Hier ist die zweite Schaltmatrix hilfreich, um jedes Nachrichtensignal, dessen Trägerwellenlänge gewandelt werden muss, mit dem genau benötigten Wellenlängenwandler zu verbinden, egal, an welchem Ausgangsanschluss welcher ersten Schaltmatrix das zu wandelnde Signal ausgegeben wird.

25 Vorzugsweise umfassen die Mittel zum Verbinden ferner wenigstens eine dritte Schaltmatrix, die die Wellenlängenwandler wahlweise mit einem der Eingangsanschlüsse der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen verbindet. Die dritte Schaltmatrix ermöglicht eine dynamische Zuordnung 30 der Wellenlängenwandler zu verschiedenen Eingangsanschlüssen der zweiten Gruppe, so dass nicht jedem dieser Eingangsanschlüsse ein Wellenlängenwandler fest zugeordnet sein muss. Da die Wellenlängenwandler somit je nach Bedarf verschiedenen Eingangsanschlüssen zugeordnet werden können, 35 ist es nicht notwendig, jedem dieser Eingangsanschlüsse einen eigenen Wellenlängenwandler zuzuordnen, und die Zahl der benötigten Wellenlängenwandler wird verringert.

40 Vorzugsweise ist jeder Eingangskanal mit den ersten Schaltmatrizen über einen Wellenlängen-Demultiplexer und/oder die ersten Schaltmatrizen mit dem Ausgangskanal über einen Wel-

-5-

lenlängen-Multiplexer verbunden. Dies erlaubt die Nutzung der Eingangs- bzw. Ausgangskanäle im Wellenlängenmultiplex, wohingegen innerhalb der Schaltstation die Nachrichtensignale nach Wellenlängen getrennt gehandhabt werden.

5

Die Ein- und Ausgänge der zweiten Gruppe können nicht nur zum Versorgen der Signalformereinheiten genutzt werden, sondern auch zum lokalen Abzweigen oder Hinzufügen von Nachrichtensignalen aus dem bzw. in den Multiplex.

10

Vorzugsweise werden als Wellenlängenwandler solche mit einem wellenlängenabstimmhbaren Senderteil eingesetzt. Diese sind zwar technisch aufwendiger als Wellenlängenwandler mit festfrequentem Senderteil, doch wird von ihnen auch nur eine geringere Anzahl benötigt, um ein gegebenes Maß an Verfügbarkeit zu erreichen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer nicht erfindungsgemäßen optischen Schaltstation mit einer einzigen Schaltmatrix für den Betrieb bei einer einzigen Wellenlänge und mit Signalregeneratoren;

Fig. 2 eine weiterentwickelte Schaltstation mit Regeneratoren für Wellenlängenmultiplexbetrieb;

Fig. 3 eine erfindungsgemäße optische Schaltstation mit festfrequenten Wellenlängenwandlern; und

Fig. 4 eine erfindungsgemäße optische Schaltstation mit abstimmbaren Wellenlängenwandlern.

Die in Fig. 1 gezeigte Schaltstation umfasst eine einzige Schaltmatrix S_1 mit Eingangsanschlüssen $i_1, i_2, \dots, i_M, i'_1, \dots, i'_P$ und Ausgangsanschlüssen $o_1, o_2, \dots, o_M, o'_1, \dots, o'_P$. Eine erste Gruppe i_1, \dots, i_M der Eingangs-

schlüsse ist mit Eingangskanälen I_1, \dots, I_M , hier in Form von jeweils ein festfrequentes Nachrichtensignal führenden optischen Fasern, verbunden. Entsprechend ist eine erste Gruppe o_1, \dots, o_M der Ausgangsanschlüsse mit monochromatischen Ausgangskanälen O_1, \dots, O_M verbunden. Ausgangsanschlüsse o'_1, \dots, o'_P sind jeweils über Regeneratoren R mit Eingangsanschlüssen i'_1, \dots, i'_P über optische Fasern fest verdrahtet verbunden. Eine Steuerschaltung C empfängt in an sich bekannter und hier nicht dargestellter Weise Leitweginformation, die für jeden der Eingangsanschlüsse i_1 bis i_M festlegt, mit welchem der Ausgangsanschlüsse o_1, \dots, o_M der ersten Gruppe dieser verbunden werden soll. Die Steuerschaltung C ist ferner mit vor jedem Eingangsanschluss i_1, i_2, \dots, i_M der ersten Gruppe angeordneten Detektoren D_1, D_2, \dots, D_M zum Erfassen der Qualität eines an dem Eingangsanschluss eintreffenden Nachrichtensignals verbunden. Wenn das Erfassungsergebnis eines dieser Detektoren angibt, dass die Qualität zum Beispiel des Nachrichtensignals am Eingangsanschluss i_2 schlecht ist und einer Regenerierung bedarf, so steuert die Steuerschaltung C die Schaltmatrix S_1 abweichend von der ihr zugeführten, das Signal am Eingangsanschluss i_2 betreffenden Leitweginformation so an, dass dieses Nachrichtensignal an einen Ausgangsanschluss der zweiten Gruppe, zum Beispiel den Ausgangsanschluss o'_1 , ausgegeben wird. So durchläuft das Nachrichtensignal einen der Regeneratoren R und tritt am Eingangsanschluss i'_1 wieder in die Schaltmatrix S_1 ein. Dieser Eingangsanschluss i'_1 wird nun mit den der Leitweginformation zufolge als Ausgangsanschluss für das Nachrichtensignal vorgesehenen Ausgangsanschluss verbunden. Das zu regenerierende Nachrichtensignal durchläuft also die Schaltmatrix S_1 zweimal, vor bzw. nach dem Regenerieren.

Nachrichtensignale, bei denen festgestellt wird, dass keine Regenerierung erforderlich ist, durchlaufen die Schaltmatrix S_1 nur einmal. Die Leistungsverluste, die diese Nachrichtensignale in der Schaltstation erfahren, sind (unter Vernachlässigung eventueller Verluste durch die Detektoren D_1, \dots, D_n) die gleichen wie bei einer Schaltstation ohne Regenerierungsfunktion. Die Schaltstation ermöglicht also

eine selektive Regenerierung ohne Einfügungsverluste an nicht regenerierten Nachrichtensignalen.

Bei der Schaltstation der Fig. 1 verarbeitet die Schaltmatrix S1 nur Nachrichtensignale einer gleichen Wellenlänge, die jeweils von verschiedenen Eingangskanälen herrühren. Selbstverständlich ist es alternativ auch möglich, mehrere Nachrichtensignale im Wellenlängenmultiplex auf einem Eingangskanal zu befördern, sie über einen Demultiplexer verschiedenen Eingangsanschlüssen der Schaltmatrix zuzuführen und in der Schaltmatrix vermittelte Nachrichtensignale unterschiedlicher Wellenlänge über Multiplexer einem gemeinsamen Ausgangskanal zuzuführen. Da bei einem solchen Aufbau die Größe der Schaltmatrix mit dem Quadrat der Zahl der zu vermittelnden Signale anwächst, ist für die Vermittlung von wellenlängengemultiplexten Nachrichtensignalen ein Aufbau wie in Fig. 2 gezeigt bevorzugt.

Fig. 2 zeigt eine Schaltstation mit Regenerierungsfunktion für ein optisches Netzwerk mit Wellenlängenmultiplexübertragung. Die Eingangskanäle I1, ..., IM sind hier jeweils von einer (nicht gezeigten) entfernten Schaltstation kommende optische Fasern, auf denen ein Multiplex von auf unterschiedliche Trägerwellenlängen $\lambda_1, \dots, \lambda_N$ aufmodulierten Nachrichtensignalen übertragen wird. Die Eingangskanäle münden jeweils auf Wellenlängen-Demultiplexer D1, ..., DM, die den Multiplex spektral zerlegen und die darin enthaltenen Nachrichtensignale an N Schaltmatrizen S1, ..., SN verteilen, die jeweils einer der Wellenlängen $\lambda_1, \dots, \lambda_N$ zugeordnet sind. Diese Schaltmatrizen S1, ..., SN entsprechen jeweils der monochromatischen Schaltmatrix S1 aus Fig. 1: sie haben eine erste Gruppe von Eingangsanschlüssen i1, ..., iM, die jeweils über einen der Demultiplexer D1, ..., DM mit einem der Eingangskanäle I1, IM verbunden sind, Eingangsanschlüsse i'1, ..., i'P, die jeweils mit dem Ausgang eines Regenerators R verbunden sind, Ausgangsanschlüsse o1, ..., oM einer ersten Gruppe und Ausgangsanschlüsse o'1 bis o'P, die jeweils mit den Eingängen der Regenatoren R verbunden sind. An jeden Ausgangsanschluss der ersten Gruppe o1, ..., oM ist ein Wellenlängenmultiplexer M1, ..., MM mit je N Eingängen, einem für jede Schaltmatrix S1, ..., SN,

angeschlossen, der die von den verschiedenen Schaltmatrizen empfangenen Nachrichtensignale unterschiedlicher Wellenlänge zu einem Multiplexsignal überlagert und auf einen Ausgangskanal O1, ..., OM ausgibt. Detektoren zum Erfassen der 5 Signalqualität sind auch hier auf den die Demultiplexer mit den Schaltmatrizen verbundenen Leitungsstücken vorgesehen, doch sind sie, genauso wie die Steuerschaltung, der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt. Die Arbeitsweise der einzelnen Schaltmatrizen ist die gleiche wie im Falle 10 der Fig. 1: nicht zu regenerierende Nachrichtensignale mit einer Trägerwellenlänge λ_n , $n=1, \dots, N$ durchlaufen die ihnen zugeordnete Schaltmatrix S_n einmal, ein zu regenerierendes Signal wird in der Schaltmatrix zu einem Regenerator R abgezweigt, und anschließend wird das regenerierte Signal 15 in der gleichen Schaltmatrix an den vorgesehenen Ausgangskanal vermittelt.

Bei der Schaltstation der Fig. 2 können Kollisionen auftreten, wenn eine Schaltmatrix von zwei Demultiplexern Nachrichtensignale empfängt, die für den gleichen Ausgangskanal bestimmt sind. Es steht nämlich nur ein Ausgangsanschluss 20 an der Schaltmatrix zur Verfügung, der zu dem gewünschten Ausgangskanal führt. In einer solchen Situation kann nur eines der zwei Signale vermittelt werden.

25 Fig. 3 zeigt ein Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Schaltstation, die dieses Problem löst. Eingangs- und Ausgangskanäle, Multiplexer, Demultiplexer und Schaltmatrizen S_1, \dots, S_N sind die gleichen wie bei der Ausgestaltung der 30 Fig. 2 und werden nicht erneut erläutert. Die Ausgangsanschlüsse $o'1, \dots, o'P$ der zweiten Gruppe der Schaltmatrizen S_1, \dots, S_N sind auf Eingangsanschlüsse einer weiteren optischen Schaltmatrix S' geführt, deren Ausgangsanschlüsse wiederum mit Eingängen von Wellenlängenwandlern T_1, T_2, \dots, T_Q verbunden sind. Die Wellenlängenwandler umfassen 35 hier jeweils eine für alle Wellenlängen $\lambda_1, \dots, \lambda_N$ des Multiplex empfindliche Fotodiode, die das von der Schaltmatrix S' kommende optische Nachrichtensignal in ein elektrisches Signal wandelt, daran angeschlossene elektrische 40 Schaltungen zur Impulsformung und -verstärkung sowie eine mit dem Ausgangssignal dieser elektrischen Schaltungen an-

gesteuerte Laserdiode mit fester Wellenlänge, die das regenerierte optische Nachrichtensignal liefert. Die Wellenlängenwandler T_1, T_2, \dots, T_Q haben somit gleichzeitig auch eine Regenerationsfunktion. Der Ausgang jedes Wellenlängenwandlers ist durch ein optisches Faserstück f fest verdrahtet mit einem Eingangsanschluss der zweiten Gruppe der seines Wellenlänge zugeordneten Schaltmatrix S_1, \dots, S_N verbunden.

5 Die Schaltmatrix S' ist in der Lage, alle ihre Eingangs- und Ausgangsanschlüsse wahlfrei paarweise miteinander zu verbinden. Ein zu formendes Nachrichtensignal kann somit über die Matrix S' einem Wellenlängenwandler mit jeder beliebigen Ausgangswellenlänge des Multiplex, einschließlich

15 der gegenwärtigen Wellenlänge des Nachrichtensignals zugeführt werden. Dieser letztere Fall entspricht einer einfachen Regenerierung des Nachrichtensignals, ohne gleichzeitige Wellenlängenwandlung.

20 Die Schaltmatrizen S_1, \dots, S_N sind hier mit jeweils zwei Eingangs- bzw. Ausgangsanschlüssen der zweiten Gruppe dargestellt, doch liegt auf der Hand, dass die Zahl dieser Anschlüsse zwischen 1 und M beliebig gewählt werden kann.

25 Fig. 4 zeigt eine weiterentwickelte Ausgestaltung der Schaltstation. Die Schaltstation aus Fig. 4 unterscheidet sich von der der Fig. 3 dadurch, dass bei ersterer die Wellenlängenwandler T_1, \dots, T_Q anstelle einer Laserdiode mit fester Wellenlänge eine Laserdiode enthalten, die auf die

30 verschiedenen Wellenlängen $\lambda_1, \dots, \lambda_N$ des Multiplex oder zumindest auf eine Mehrzahl dieser Wellenlängen abstimmbar ist. Um ein in einem solchen Wellenlängenwandler gewandeltes Nachrichtensignal an die der Wellenlänge des gewandelten Signals zugeordnete Matrix unter den Schaltmatrizen S_1, \dots, S_N weiterleiten zu können, ist eine dritte Schaltmatrix S'' zwischen den Ausgängen der Wellenlängenwandler T_1, \dots, T_Q und den Eingangsanschlüssen der zweiten Gruppe der Schaltmatrizen S_1, \dots, S_N erforderlich. Die Zahl der abstimmbaren Wellenlängenwandler, die benötigt wird, um ein

35 vorgegebenes Maß an Sicherheit vor Wellenlängenkollisionen in der Schaltstation zu erreichen, ist kleiner als bei der

- 10 -

Ausgestaltung der Fig. 3 mit festfrequenten Wellenlängenwandlern. Dabei ist die Einsparung um so größer, je größer die Zahl N der Wellenlängen des Multiplex ist. Daher kann eine Schaltstation nach Fig. 4 trotz der zusätzlichen 5 Schaltmatrix und der aufwendigeren Wellenlängenwandler kompakter und preiswerter realisierbar sein als eine Schaltstation nach Fig. 3.

10 Außerdem sind die zweite und dritte Schaltmatrix S' , S'' auch brauchbar, um Nachrichtensignale am Ort der Schaltstation selbst zu Empfängern RX abzuzweigen oder von Sendern TX einzuspeisen.

Patentansprüche

5

1. Optische Schaltstation mit:

- einer ersten Mehrzahl von Eingangskanälen (I1, ..., IM) für Durchgangsdatenverkehr,
- einer zweiten Mehrzahl von Ausgangskanälen (O1, ..., OM) für Durchgangsdatenverkehr
- einer Mehrzahl von ersten optischen Schaltmatrizen (S1, ..., SN), die eine erste Gruppe von Eingangsanschlüssen (i1, i2, ..., iM), die mit Eingangskanälen (I1, ..., IM) der Schaltstation verbunden sind, und eine erste Gruppe von Ausgangsanschlüssen (o1, o2, ..., oM), die mit Ausgangskanälen (O1, ..., OM) der Schaltstation verbunden sind, aufweisen, zum Verbinden von Eingangs- und Ausgangskanälen untereinander,
- einer Gruppe von einer oder mehreren als Wellenlängenwandler ausgebildeten Signalformereinheiten (T1, ..., TQ),
- Mitteln (f, S') zum Verbinden einer zweiten Gruppe von Ausgangsanschlüssen (o1, o2, ..., oM) der ersten optischen Schaltmatrizen (S1, ..., SN) mit jeweils einem Eingang einer Signalformereinheit der Gruppe und Mitteln (f, S'') zum Verbinden einer zweiten Gruppe (i'1, ..., i'P) von Eingangsanschlüssen der ersten optischen Schaltmatrizen (S1, ..., SN) mit jeweils einem Ausgang einer dieser Signalformereinheiten, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) jeweils zum Schalten von Nachrichtensignalen einer gleichen, der betreffenden ersten Schaltmatrix zugeordneten Wellenlänge vorgesehen sind, und dass die Mittel zum Verbinden (S', f; S'', f'') geeignet sind, den Eingang und den Ausgang eines Wellenlängenwandlers (T1, ..., TQ) mit jeweils verschiedenen ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) zu verbinden.

10

15

20

25

30

35

40

- 11 -

2. Optische Schaltstation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Verbinden fest verdrahtete Leitungen (f) zwischen einem Ausgang oder Eingang einer Signalformereinheit und einem Eingangs- bzw. Ausgangsanschluss ($i'1, \dots, i'P$; $o'1, \dots, o'P$) der ersten Schaltmatrizen ($S1, \dots, SN$) umfassen.
5
3. Schaltstation nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Verbinden Schaltelemente (S', S'') zum wahlweisen Verbinden eines Ausgangs oder Eingangs einer Signalformereinheit mit einem von mehreren Eingangs- bzw. Ausgangsanschlüssen der ersten Schaltmatrizen umfassen.
10
4. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Signalformereinheit ($R, T1, \dots, TQ$) zum Formen eines einzelnen Nachrichtensignals ausgelegt ist.
15
5. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Verbinden wenigstens eine zweite Schaltmatrix (S') umfassen, die die Ausgangsanschlüsse ($o'1, \dots, o'P$) der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen ($S1, \dots, SN$) wahlweise mit einem der Wellenlängenwandler ($T1, \dots, TQ$) verbindet.
20
6. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Verbinden wenigstens eine dritte Schaltmatrix (S'') umfassen, die die Wellenlängenwandler ($T1, \dots, TQ$) wahlweise mit einem der Eingangsanschlüsse ($i'1, \dots, i'P$) der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen ($S1, \dots, SN$) verbindet.
25
7. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Eingangskanal ($I1, \dots, IM$) mit den ersten Schaltmatrizen ($S1, \dots, SN$) über einen Wellenlängen-Demultiplexer ($D1, \dots, DM$) und/oder die ersten Schaltmatrizen ($S1, \dots, SN$) mit jedem Ausgangskanal ($o'1, \dots, o'P$) verbunden ist.
30
8. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Verbinden wenigstens eine vierte Schaltmatrix (S''') umfassen, die die Wellenlängenwandler ($T1, \dots, TQ$) wahlweise mit einem der Eingangsanschlüsse ($i'1, \dots, i'P$) der dritten Gruppe der ersten Schaltmatrizen ($S1, \dots, SN$) verbindet.
35
9. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Eingangskanal ($I1, \dots, IM$) mit den ersten Schaltmatrizen ($S1, \dots, SN$) über einen Wellenlängen-Demultiplexer ($D1, \dots, DM$) und/oder die ersten Schaltmatrizen ($S1, \dots, SN$) mit jedem Ausgangskanal ($o'1, \dots, o'P$) verbunden ist.
40

einen Wellenlängen-Multiplexer (M1, ..., MM) verbunden sind.

8. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie Ein- und/oder Ausgänge (IE, OE) für Abzweig-Datenverkehr und Mittel (f, SE) zum Verbinden dieser Ein- bzw. Ausgänge mit Eingangs- bzw. Ausgangsanschlüssen ($i'1$, ..., $i'P$; $o'1$, ..., $o'P$) der zweiten Gruppe der ersten Schaltmatrizen (S1, ..., SN) aufweist.
9. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenlängenwandler (T1, ..., TQ) jeweils einen wellenlängenabstimmhbaren Senderteil aufweisen.
10. Optische Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsanschlüsse ($i1$, ..., iM) der ersten Gruppe mit den Eingangskanälen ($I1$, ..., IM) und/oder die Ausgangsanschlüsse ($o1$, ..., oM) der ersten Gruppe mit den Ausgangskanälen ($O1$, ..., OM) jeweils ohne Zwischenschaltung einer Schaltmatrix verbunden sind.
- 25 11. Verfahren zum Vermitteln eines Nachrichtensignals in einer optischen Schaltstation, insbesondere in einer optischen Schaltstation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Mehrzahl von parallel zueinander zwischen einer Mehrzahl von Eingangskanälen und einer Mehrzahl von Ausgangskanälen verbundenen Schaltmatrizen (S1, ..., SN), von denen jede zum Schalten von Nachrichtensignalen einer gleichen, ihr zugeordneten Wellenlänge vorgesehen ist, mit den Schritten:
 - a) Empfangen des Nachrichtensignals über einen Eingangskanal ($I1$, ..., IM) der Schaltstation,
 - b) Zuordnen eines Ausgangskanals ($O1$, ..., OM) zu dem Nachrichtensignal,
 - c) Entscheiden, ob eine Wellenlängenwandlung an dem Nachrichtensignal durchgeführt werden muss,

- 13 -

- d) Eingeben des Nachrichtensignals in die seiner Wellenlänge zugeordnete Schaltmatrix (S_1, \dots, S_N),
- 5 e) wenn in Schritt c) eine Wellenlängenwandlung für notwendig befunden wurde:
 - e1) Ausgeben des Signals an einem Ausgangsanschluss ($o'1, \dots, o'P$) der Schaltmatrix (S_1, \dots, S_N), der mit einem Wellenlängenwandler (T_1, \dots, T_Q) verbunden ist,
 - 10 e2) Durchführen der Wellenlängenwandlung,
 - e3) Eingeben des Nachrichtensignals in eine andere, der gewandelten Wellenlänge des Nachrichtensignals zugeordnete Schaltmatrix aus der Mehrzahl der parallelen Schaltmatrizen (S_1, \dots, S_N),
- 15 f) Ausgeben des Nachrichtensignals aus der Schaltmatrix (S_1, \dots, S_N) auf den zugeordneten Ausgangskanal (o_1, \dots, o_M).